加强我国战略生物资源有效保护与可持续利用

曾 艳　周 桔*
中国科学院 科技促进发展局 北京 100864

摘要　生物资源是支撑国民经济可持续发展，保障人民生产、生活与生命健康的战略资源，也是生命科学与生物技术的基石，是国际布局与竞争热点。发达国家历来重视战略生物资源的收集保存和发掘利用。我国是世界上物种最丰富的国家之一，出台了多项政策支持生物资源领域发展。面向国家重大需求和国民经济主战场，中国科学院整合了植物园、标本馆、实验动物平台、生物遗传资源库以及生物多样性委员会等机构，构建我国核心战略生物资源平台，大力提升我国战略生物资源收集、保藏、评价、转化与可持续利用的综合能力，支撑和服务生物产业发展，为我国经济社会的可持续发展提供强有力的科技支撑。

关键词　战略生物资源，有效保护，可持续利用

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2019.12.003

生物资源是指生长在自然界中能够直接或间接被人类利用的、对人类具有现实和潜在价值的基因和物种的总和，包括植物、动物、微生物和人类遗传资源等。生物资源是生态系统的基本组成部分，是人类生产、生活资料的基本来源和人类赖以生存的重要物质基础，是生物技术和产业发展的重要基石，是保障国家粮食安全、生态安全、能源安全等的重要战略资源。对生物资源的收集、保藏、保护、开发与利用是保障人民生命健康、支撑国民经济可持续发展的重要基础。

1 生物资源是生命科学与生物技术的基石

生物资源既是生命科学研究的对象，也是生命科学发展的基础。医学、生物学的研究在很大程度上依赖于对模式生物的研究以及对实验动物的使用。模式生物给予了人类揭示生命本质的启示和手段，对线虫、果蝇、小鼠、拟南芥、大肠杆菌等模式生物的研究正在揭示动物、植物和微生物的重要基因功能和系统代谢网络体系。

生物资源为支撑和保障农业和粮食安全提供了本

*通讯作者

修改稿收到日期：2019年11月21日

底资源保障，有力支撑农业安全与可持续发展。20世纪50年代，我国抗孢囊线虫病的北京小黑豆资源挽救了美国的大豆产业，多个抗线虫大豆基因都来自北京小黑豆[1,2]。小麦、水稻资源中半矮秆基因的发掘与利用引发了全球粮食生产的第一次“绿色革命”。我国科学家利用水稻野败型细胞不育基因资源创制的“三系”杂交水稻，引发了第二次“绿色革命”，并使我国的水稻育种与生产技术处于世界领先水平。

生物资源为重大新药创制提供物质源头，为国民健康提供保障。制药业中基于生物资源开发的天然药物约占30%。例如：全球最畅销的降血脂药阿托伐他汀（立普妥）的先导化合物来自天然真菌红曲（*Monascus* sp.）；红豆杉中的紫杉醇被生产为抗癌药物广泛用于癌症的治疗[3,4]；来自海洋生物的镇痛药“齐考诺肽”止痛效果是吗啡的1万倍[5]。

2 战略生物资源是国际布局与竞争热点

发达国家长期重视对战略生物资源的收集和保存。英、美等国对生物资源的收集起步较早，已经形成了完备的生物资源保藏体系，保存覆盖了动物、植物、微生物和人类遗传资源等各类生物资源。早在1946年，美国就建立了国家植物种质系统（National Plant Germplasm System，NPGS）[6]，重点收集粮食作物及其他农作物的种质资源，其中60%来自国外。英国早在1759年就开始筹建其皇家植物园——邱园。目前，邱园已经成为世界上规模最大的植物园，收集植物超过5万种，并建设了全球最大的野生植物种子库——“千年种子库”（Millennium Seed Bank Project）[7]，储存了全球约10%的野生植物种子。日本、韩国也建设了覆盖微生物、植物、动物、人类遗传资源样本和非生物材料的国家资源中心。

发达国家规划部署了多项计划以保障对战略生物资源的评价和利用。美国从1999年起，就启动了“植物基因组测序计划”[8]与“国家动物种质计划”[9]；欧盟于2005年发布“生物质行动计划”，2012年建立植物科学网络（ERA-CAPS），旨在协调和整合欧洲以及其他国家和地区的植物科学研究信息；日本于2002年启动“国家生物资源计划”（NBRP）[10]，旨在致力于该国生物资源保护和可持续利用研发的长远目标和国家层面整合利用体系的建立。此外，国际自然保护联盟（IUCN）、全球“生态恢复联盟”、国际植物园保护联盟（BGCI）、全球植物保育战略（GSPC）等国际联盟、战略计划的建立也为物种保护提供了国际联合力量。

生物资源开发政策的战略意识近年来日益凸显。2010年，经济与合作组织（OECD）发布了《面向2030生物经济施政纲领》战略报告[11]，提出生物经济是以生物资源为基础发展的农业、工业和医药经济。其后，越来越多的国家立足发挥本国生物资源基础优势，在可持续发展的前提与目标下，提出进一步发展生物经济的要求。2012年4月，美国联邦政府发布《国家生物经济蓝图》[12]，确立了美国生物经济发展的五大战略目标。同年，美国农业部和能源部颁布“生物质联合研发计划”，利用生物质资源促进生物燃料生产和原料改良的技术研发。2012年2月，欧盟发布《为可持续增长创新：欧洲生物经济》战略[13]，促使欧盟经济向更多使用可持续的可再生资源的经济形态转变。2013年，德国批准新的生物经济战略[14]，旨在利用战略生物资源创新技术进行可持续农业生产、基于生物质的燃料开发等。英国生物技术和生物科学研究理事会（BBSRC）于2012年启动“作物基因组学研究计划”“资助畜牧研究计划”；为了提高对战略生物资源的研究与利用，英国还实施了建设大型生物数据设施、开放植物表型组学中心等一系列举措。

3 我国生物资源保藏与利用发展现状

3.1 我国战略生物资源的相关保护政策及保藏水平

我国是世界上物种最丰富的国家之一，为了评

估与保护战略生物资源，我国出台了多项政策。2007年，原环境保护部发布了《全国生物物种资源保护与利用规划纲要》，编制了2011—2030年的《中国生物多样性保护战略与行动计划》，印发了《加强生物遗传资源管理国家工作方案（2014—2020年）》，确定了生物资源保护的一系列国家方案。2008年，原国家林业局、原国家环境保护总局、中国科学院联合对外发布《中国植物保护战略》。2016年，国家发展和改革委员会发布《“十三五”生物产业发展规划》，提出建设生物资源样本库、生物信息数据库和生物资源信息一体化体系。2017年，科学技术部印发《“十三五”生物技术创新专项规划》，确定我国战略性生物资源发展目标和发展举措。

经过多年的发展，我国生物资源保藏水平持续提高。科技基础条件资源调查数据显示，截至2016年底，我国已建成了316家植物保藏机构、96家动物保藏机构、90家微生物保藏机构以及国家级人类遗传资源数据中心，建成了作物、林木、微生物菌种、人类遗传、家养动物、水生生物等8个生物种质资源领域共享服务平台。基于这些平台，我国现已保存农作物种质资源2 700种、林木种质资源2 300种、野生植物种质资源9 500种、活体畜禽动物700余种、水产动物种质资源近1 800种、微生物菌种近21万株[15]。

3.2 中国科学院“战略生物资源计划”

作为国家战略科技力量的重要组成，中国科学院十分重视对生物资源的保存和利用。在财政部等国家相关部委的大力支持下，面对经济社会快速发展的新需求，中国科学院在“十一五”期间启动了“战略生物资源计划”。该计划以服务社会发展和支撑科学研究的基本职能为出发点，在坚持长期收集保藏的基础上，面向国家重大需求和国民经济主战场，整合植物园、标本馆、实验动物平台、生物遗传资源库以及中国科学院生物多样性科学委员会的相关资源，构建了集成植物、动物、微生物、细胞库等为一体的战略生物资源平台，大力提升我国战略生物资源收集、保藏、评价、转化与可持续利用的综合能力，支撑和服务于生物产业发展，为我国经济社会的可持续发展提供强有力的科技支撑。中国科学院战略生物资源平台由5个平台组成。

（1）植物园平台。包括15个院属及共建植物园，收集保藏了21 000余种植物物种，约占全国植物物种的60%，活体保存物种的90%；迁地保护了445种极危植物、787种濒危植物和1 130种易危植物，数十种濒危植物已开始进行野外回归试验。通过开展“本土物种全覆盖保护计划”（I期），对15个代表性区域（约占国土面积的37.4%）开展了本土植物的评估、清查与保护等工作，为我国本土植物的清查与保护提供了重要数据支撑。

（2）标本馆平台。由19个院属标本馆（博物馆）组成，是亚洲最大的生物标本馆体系，馆藏标本2 038.5万号，占全国统计标本总量的60%以上，数字化标本971.6万号，定名标本1 146.1万号。其中，昆明植物标本馆建设了国内首个第三代数字植物标本馆系统——“Kingdonia”，其极大地提高了标本馆的标本数字化效率和标本管理水平，实现了高度自动化的植物标本数字化管理。中国科学院植物研究所标本馆研发的“花伴侣”专业版手机应用软件，可识别1.5万种植物，涵盖中国植物的大部分科属，是标本馆收藏以及公众科普的重要工具。

（3）生物遗传资源库平台。包括12个院属单位，目前保存生物遗传资源29 900多种、697 379份。其中，国家重大科学工程“中国西南野生生物种质资源库”保藏21 666种、150 803份种质资源；该平台拥有亚洲最大的微生物资源库——中国普通微生物菌种保藏管理中心，保藏微生物64 830株，占全国微生物保藏量的50%，物种覆盖度达80%。

（4）实验动物平台。由19家院属单位组成，拥有10余个实验动物物种、1 846份品系，支撑了一系

列重要的动物模型和相关重大科技成果的产出，有力推动了中国实验动物模型特别是大动物模型整体的研发能力。该平台在新型实验动物模型的构建和野生动物的实验动物化方面作出了重要贡献，涌现出一批具有国际影响力的重大科研成果，如：成功培育出体细胞克隆猴、世界首例亨廷顿舞蹈病基因敲入猪模型、世界上首例长寿基因敲除的食蟹猴模型等。

（5）生物多样性监测及研究网络平台。包括10个专项监测网和1个综合监测管理中心，从基因、物种、种群、群落、生态系统和景观等水平上，对动物多样性、植物多样性和微生物多样性进行多层次的全面监测与系统研究，以跟踪分析全国典型区域重要生物类群的中长期变化态势。监测结果为中国大鲵等野生动物的保护，以及为三峡工程等国家重大工程提供了重要参考。

以"战略生物资源计划"的五大平台信息化数据为基础，中国科学院建立了战略生物资源综合信息平台，提供包括保存、研究和功能评价在内的全方位的信息支撑，建立完备的数据交换与数据共享机制，打造我国战略生物资源数据集成和数据服务平台。通过系统集成，实现优势互补，资源共享，共同拓展发展空间，中国科学院"战略生物资源计划"为提升我国生物资源保藏、保护以及挖掘、利用起到了重要推动作用，为服务国家生物多样性安全和履行国际公约起到重要支撑作用。

4 我国生物资源保藏与利用面临严峻挑战

近年来，在国家需求和社会需求的拉动下，我国生物资源领域日益受到关注并得到各方支持，保藏能力与研究水平同步大幅提升。但由于我国对生物资源的收集保藏起步较晚，我国生物资源保藏和利用仍然面临诸多严峻的挑战。

（1）生物资源储备不足，种类不丰。我国的生物资源虽物种数量多，但资源总量少、"天然"储备量不足的问题突出。我国虽然已针对珍稀濒危植物的保护开展了大量工作，但目前已经实现迁地保护的珍稀濒危植物数量仅仅涵盖了"中国物种红色名录"的1/3左右，这远低于《全球植物保护战略》和《中国植物保护战略》中的既定目标，因此亟待加强对我国资源储备量特别少的珍稀濒危物种的收集保存和研究工作。同时，我国对生物资源的收集保存工作主要集中于高等植物和大型动物，对微生物、昆虫等的生物资源、特种物种、特殊生境的认识、收集、保存和利用不足。此外，对国外重要的战略生物资源收集保存量不足。

（2）生物资源开发利用不够。我国在开发利用生物资源方面集中于主要的经济作物和动物品种，对野生动植物资源的评价和挖掘重视不够。近年来，由于环境问题导致物种灭绝速度加快，物种列入红色名录日益增多。同时，对于具有潜在经济价值的物种和基因的研究尚在起步阶段，未形成特种资源的专库，缺乏与欧美国家类似的系统基因挖掘计划，重大成果缺乏，亟待进一步加强平台建设及研发投入。

（3）生物资源管理制度不健全。目前，我国各类生物资源库分属不同部门、地方，覆盖众多资源类型，资源库缺乏统一的建设规范与数据标准，资源质量差异大，资源收集保藏能力和利用、分享水平参差不齐，专业人才匮乏，传统分类及新生物技术支撑不足，基因挖掘技术不强，信息化水平较低。因此，需要通过建立"中国植物园标准""国家标本馆体系"等规范技术体系，进行标准化管理，加强我国资源的保藏能力与利用水平。

致谢 感谢中国科学院科技促进发展局田永生、中国科学院华南植物园任海、中国科学院庐山植物园黄宏文、中国科学院成都文献情报中心陈方、中国科学院战略生物资源管理委员会办公室邵云云为本文撰写提供的帮助。

参考文献

1 Bernard R L, Juvik G A, Nelson J L. USDA Soybean germplasm collection inventory. IntSoy Series, 1987, 30(1): 1-73.

2 Rao-Arelli A. Inheritance of resistance to *Heterodera glycines* race 3 in soybean accessions. Plant Disease, 1994, 78(9): 898-900.

3 Rowinsky E K, Cazenave L A, Donehower R C. Taxol: A novel investigational antimicrotubule agent. Journal of the National Cancer Institute, 1990, 82(15): 1247-1259.

4 Runowicz C D, Wiernik P H, Einzig A I, et al. Taxol in ovarian cancer. Cancer, 1993, 71(S4): 1591-1596.

5 Livett B G, Gayler K R, Khalil Z. Drugs from the sea: Conopeptides as potential therapeutics. Current Medicinal Chemistry, 2004, 11(13): 1715-1723.

6 Perry M, Stoner A, Mowder J. Plant germplasm information management system: Germplasm resources information network. Hort Science, 1988, 23(1): 57-60.

7 Brockway L H. Science and colonial expansion: The role of the British Royal Botanic Gardens. American Ethnologist, 1979, 6(3): 449-465.

8 Kramer D. First plant genome sequencing planned. Nature, 1996, 383(6597): 208.

9 Blackburn H D. The national animal germplasm program: Challenges and opportunities for poultry genetic resources. Poultry Science, 2006, (85): 210-215.

10 Yamazaki Y, Akashi R, Banno Y, et al. NBRP databases: Databases of biological resources in Japan. Nucleic Acids Research, 2009, (38): D26-D32.

11 OECD. The Bioeconomy to 2030: Designing A Policy Agenda. Paris: OECD Publishing, 2009.

12 US White House. National Bioeconomy Blueprint. [2012-04-12]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf.

13 European Commission. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Luxembourg: EU Publications, 2012.

14 BMBF. National Research Strategy BioEconomy 2030. [2013-09-28]. https://www.pflanzenforschung.de/files/4514/7886/1937/German_bioeconomy_Strategy_2030.pdf.

15 程苹, 卢凡, 张鹏, 等. 我国生物种质资源保护和共享利用的现状与发展思考. 中国科技资源导刊, 2018, 50(5): 68-72.

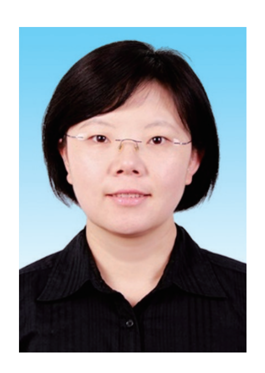
Strengthening Effective Protection and Sustainable Utilization of Strategic Biological Resources in China

ZENG Yan ZHOU Ju*

(Bureau of Science and Technology for Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China)

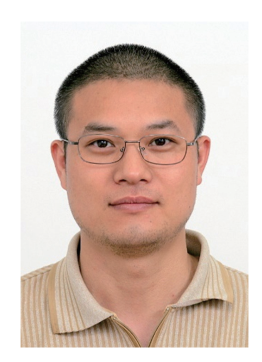
Abstract Biological resources are strategic resources to support the sustainable development of national economy and guarantee people's health. They are also the momentous cornerstone of the development of life science, and the hotspot of international layout and competition. Developed countries have attached importance to the collection, preservation and utilization of biological resources. As one of the most species-rich countries in the world, Chinese government has drew out effective measure to support development of strategic biological resources. Chinese Academy of Sciences (CAS) has established the Biological Resources Programme, CAS (BRP-CAS) by integrating Botanical Gardens, Biological Specimen Collections, Laboratory Animal Resources, Biological Genetic Resource Banks and China Biodiversity Observation and Research Network, CAS aims at enhancing the comprehensive ability of collection, preservation, evaluation, transformation and sustainable utilization of biological resources in China, and providing strong scientific and technological supports for the sustainable development of economy and society. Nevertheless, it is still noteworthy that due to the late initiation step in China, during the protection and utilization of biological resources, China still confronts various serious challenges, and the effective protection and sustainable utilization of strategic biological resources remain to be reinforced.

Keywords strategic biological resources, effective protection, sustainable utilization



曾 艳 中国科学院科技促进发展局生物技术处副研究员，工业生物催化专业博士。主要从事生物技术领域科研管理及成果转化等工作。E-mail: zengyan@cashq.ac.cn

ZENG Yan Associate Professor of Bureau of Science and Technology for Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Ph.D. of biocatalysis. She is mainly responsible for biotechnology projects management, tech-transfer, etc. E-mail: zengyan@cashq.ac.cn



周 桔 中国科学院科技促进发展局生物技术处处长，生物化学专业博士。主要从事生物技术领域科研管理及成果转化等工作。E-mail: zhouju@cashq.ac.cn

ZHOU Ju Associate Professor, Division of Biotechnology, Bureau of Science and Technology for Development, Chinese Academy of Sciences (CAS), Ph.D. of biochemistry. He is mainly responsible for biotechnology projects management, tech-transfer, etc. E-mail: zhouju@cashq.ac.cn

■责任编辑：张帆

* Corresponding author

参考文献（双语版）

1 Bernard R L, Juvik G A, Nelson J L. USDA Soybean germplasm collection inventory. IntSoy Series, 1987, 30(1): 1-73.

2 Rao-Arelli A. Inheritance of resistance to Heterodera glycines Race 3 in soybean accessions. Plant Disease, 1994, 78(9): 898-900.

3 Rowinsky E K, Cazenave L A, Donehower R C. Taxol: A novel investigational antimicrotubule agent. Journal of the National Cancer Institute, 1990, 82(15): 1247-1259.

4 Runowicz C D, Wiernik P H, Einzig A I, et al. Taxol in ovarian cancer. Cancer, 1993, 71(S4): 1591-1596.

5 Livett B G, Gayler K R, Khalil Z. Drugs from the sea: Conopeptides as potential therapeutics. Current Medicinal Chemistry, 2004, 11(13): 1715-1723.

6 Perry M, Stoner A, Mowder J. Plant germplasm information management system: Germplasm resources information network. Hort Science, 1988, 23(1): 57-60.

7 Brockway L H. Science and colonial expansion: The role of the British Royal Botanic Gardens. American Ethnologist, 1979, 6(3): 449-465.

8 Kramer D. First plant genome sequencing planned. Nature, 1996, 383(6597): 208.

9 Blackburn H D. The national animal germplasm program: Challenges and opportunities for poultry genetic resources. Poultry Science, 2006, 85(2): 210-215.

10 Yamazaki Y, Akashi R, Banno Y, et al. NBRP databases: Databases of biological resources in Japan. Nucleic Acids Research, 2009, 38(S1): D26-D32.

11 OECD. The Bioeconomy to 2030: Designing A Policy Agenda. Paris: OECD Publishing, 2009.

12 US White House. National Bioeconomy Blueprint. [2012-04-12]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf.

13 European Commission. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Luxembourg: EU Publications, 2012.

14 BMBF. National Research Strategy BioEconomy 2030. [2013-09-28]. https://www.pflanzenforschung.de/files/4514/7886/1937/German_bioeconomy_Strategy_2030.pdf.

15 程苹, 卢凡, 张鹏, 等. 我国生物种质资源保护和共享利用的现状与发展思考. 中国科技资源导刊, 2018, 50(5): 64-68.

Cheng P, Lu F, Zhang P, et al. Current situation and development thinking on protection and utilization of biological germplasm resources in China. China Science & Technology Resources Review, 2018, 50(5): 64-68. (in Chinese)